

(19)



(11)

EP 2 315 064 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.04.2011 Patentblatt 2011/17

(51) Int Cl.:
G02B 17/06 (2006.01) F41G 7/22 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10013805.6**

(22) Anmeldetag: **20.10.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **LFK-Lenkflugkörpersysteme GmbH 86529 Schrobenhausen (DE)**

(72) Erfinder:
• **Barth, Jochen 85764 Oberschleißheim (DE)**
• **Blechinger, Fritz 86859 Holzhaus-Igling (DE)**

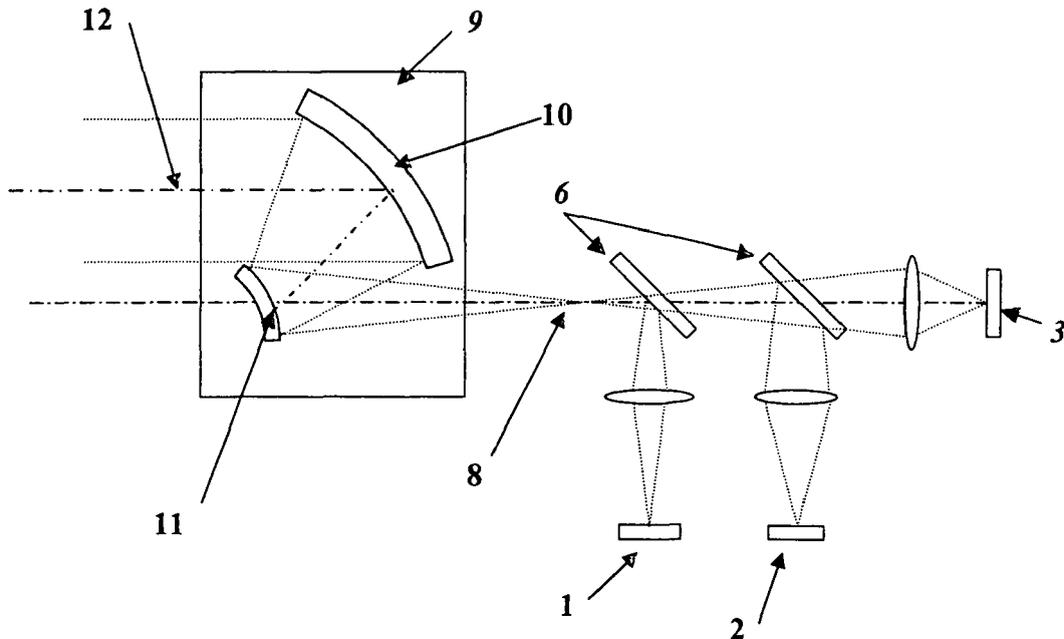
(30) Priorität: **21.10.2009 DE 102009050163**

(54) **Optische Einrichtung für ein Visier**

(57) Die Erfindung betrifft eine optische Anordnung für multispektrale Bilderfassung und multispektrale Bild-

projektion in einem Visier unter Verwendung eines Schiefspieglers als achromatisches Objektiv.

FIG 1



EP 2 315 064 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine optische Einrichtung für ein Visier, welches mehrere optische Geräte wie beispielsweise optische Sensoren und einen Richtmarkenprojektor mit einem eigenen Objektiv umfasst, wobei deren optische Achsen mittels Strahlteilern und / oder Combinern in einen gemeinsamen Strahlengang zum Objektiv des Visiers eingespiegelt werden oder wobei die optische Achse mit dem Strahlengang zusammenfällt.

[0002] Zur Steuerung von Lenkflugkörpern vom Abschuss bis ins Ziel werden Visiere verwendet. Zu diesem Zweck weist ein Visier neben einem optischen Sensor, wie beispielsweise einem Fernrohr, einen Sensor zur Erfassung der jeweiligen Position des Flugkörpers auf. Darüber hinaus ist üblicherweise im Visier auch ein Wärmebildgerät vorgesehen, mit dessen Hilfe ein Schütze das Ziel auch bei Dunkelheit und ohne Verwendung einer Beleuchtung anvisieren kann. Weiterhin kann im Visier auch eine TV-Kamera angeordnet sein.

[0003] Aus der DE 34 28 990 A1 ist eine Vorrichtung zur Harmonisierung der optischen Achsen eines Visiers bekannt geworden. Bei dieser Anordnung wird eine einzige Richtmarke in der Form eines Fadenkreuzes in allen Sensoren eingespiegelt, so dass ohne weitere Justage der Sensoren das Fadenkreuz in allen Sensoren exakt auf dem gleichen Punkt in der Szene liegt. Es ist in dieser Druckschrift jedoch kein Hinweis darauf gegeben, welche Ansprüche an ein Objektiv zu stellen sind, welches das Szenenbild auf die Sensoren des Visiers abbildet.

[0004] In der US 4 085 910 A wird ein Multimode-Suchkopf für einen Lenkflugkörper beschrieben, bei dem zwei Detektoren über unterschiedlichen Strahlengänge angesteuert werden.

[0005] Die DE 20 2007 010 552 U1 befasst sich mit einem Visier, welches mehrere optische Geräte umfasst, deren optische Achsen grundsätzlich parallel zueinander ausgerichtet sind. Die von einem Richtmarkenprojektor erzeugte Richtmarke wird hierbei mittels eines Combiners in den von der Szene zu den optischen Geräten führenden Strahlengang eingespiegelt. Das Visier weist ein Objektiv auf, das jedoch nicht näher beschrieben ist.

[0006] Eine Cassegrain-Optik für einen Suchkopf wird in der DE 34 23 792 C1 vorgeschlagen. Die Verwendung einer derartigen gemeinsamen Optik für mehrere Sensoren bietet einerseits den Vorteil weniger notwendiger Komponenten und einfacher Justierung. Gleichzeitig nimmt man jedoch den Nachteil der Mittenabschattung der Pupille durch den Fangspiegel des Objektivs in Kauf. Dies führt zu Beugungseffekten und begrenzt das erreichbare Auflösungsvermögen. Sensoren, die im visuellen Spektralbereich oder im nahen Infrarot arbeiten, sind wegen der kurzen Wellenlängen nicht entscheidend betroffen. Im langwelligen Infrarot hingegen führt dies zu erheblichen Einschränkungen und verbietet insbesondere den Einsatz ungekühlter Detektoren. Diese Detektoren benötigen Optiken mit kleiner F-Zahl (1 bis 2), um ähnliche Temperaturempfindlichkeiten wie die Quadrant-

detektoren zu erreichen. Bei unabgeschatteter Pupille bedeutet dies einer Beugungsgrenze von etwa $<40\mu\text{m}$. Wird die Beugungsgrenze durch eine Mittenabschattung vergrößert, muss auch die F-Zahl der Optik entsprechend erhöht werden, um wieder eine optimale Anpassung an den Detektor zu erhalten. Dies macht jedoch den Aufbau teurer, größer und schwerer.

[0007] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine optische Anordnung für den multispektralen Bildsensor eines Visiers der eingangs beschriebenen Art anzugeben, durch die in mehreren räumlich getrennten Bildebenen Abbildungen der erfassten Szene in den unterschiedlichen Spektralbereichen erzeugt werden, deren Qualität den unterschiedlichen Erfordernissen kommerzieller Detektoren für den jeweiligen Spektralbereich angepasst ist. Dabei soll sich die optische Anordnung insbesondere durch Kompaktheit, geringes Gewicht und durch Stabilität der Achsharmonisierung der Sensorbilder untereinander gegenüber thermischen und mechanischen Umwelteinflüssen auszeichnen.

[0008] Die Aufgabe wird mittels der Erfindung dadurch gelöst, dass das Objektiv als Schiefspiegler mit homogen flächigen und zueinander gekippten Spiegeln und mit einem Z-förmigem Strahlengang ausgeführt ist, dessen Eingangs- und Ausgangsstrahlengänge etwa parallel zueinander verlaufen. Anschließend an das Objektiv erfolgt im Visier die Aufteilung der Strahlengänge mittels dichroitischer Spiegel in verschiedene Kanäle.

[0009] Somit wird in vorteilhafter Weise in konstruktiv einfaches Objektiv mit großer spektraler Bandbreite für alle vorhandenen Sensoren genutzt. Eine Mittenabschattung wie bei einem Cassegrainobjektiv findet nicht statt. Das Objektiv beeinflusst nicht negativ die Achsharmonisierung der Sensoren. Das Objektiv ermöglicht die Projektion einfacher Strukturen wie beispielsweise Achsmarken mit großer spektraler Bandbreite, dies mit nur einer einzigen Pupille und mit Bezug auf eine einzige optische Achse. Darüber hinaus zeichnet sich diese optische Einrichtung durch kompakte Bauweise und hohe mechanische Stabilität im Betrieb aus.

[0010] Es bietet sich an, anstelle eines Sensors oder zusätzlich zu den vorhandenen Sensoren eine Auskopplung für ein Okular für einen Nutzer anzuordnen. In dessen Strahlengang kann in vorteilhafter Weise auch das Bild eines anderen optischen Sensors wie beispielsweise ein Wärmebild eingespiegelt werden.

[0011] Bedarfsweise kann das Schiefspiegler-Objektiv auch für fünffache Reflexion ausgelegt werden. In vorteilhafter Weise weist auch der im Visier verwendete Richtmarkenprojektor ein Schiefspiegler-Objektiv auf, dessen Ausgangsstrahlengang über einen Combiner in den Strahlengang des Visiers zu den Sensoren eingespiegelt wird.

[0012] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist schematisch vereinfacht in der Zeichnung dargestellt und wird im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1: ein Visier mit einem Schiefspiegler-Objektiv,

Fig. 2: ein Visier mit Schiefspiegler-Objektiv und Fünffachreflexion,

Fig. 3: ein Visier mit einem Richtmarkenprojektor.

[0013] Gemäß der Erfindung nimmt in Figur 1 ein nicht abschattendes Schiefspiegler-Objektiv 9 über den externen Strahlengang 12 die Strahlung aus einer entfernt liegenden Szene spektral breitbandig auf und bildet sie auf einer Bildebene des in der Figur dargestellten Visiers ab. Das Objektiv weist zwei zueinander geneigt angeordnete Spiegel 10 und 11 auf, über die das Szenenbild über den internen Strahlengang 8 innerhalb des Visiers letztlich zu den Detektoren 1, 2, 3 geleitet wird. Dies erfolgt über spektrale Strahlteiler Spiegel 6 auf die Sensoren 1 und 2 oder direkt auf den Sensor 3. Über eine für jeden Kanal individuell ausgelegte Relay-Optik wird das Bild jeweils so auf den jeweiligen Focal-Plane-Array-Detektor 1, 2, 3 des Kanals abgebildet, dass die Bildgröße der gesamten Detektorfläche und die Punktbildinformationen der Größe der Detektorfläche entsprechen. Erfüllt das von Schiefspiegler-Objektiv direkt entworfene Bild diese Anforderungen bereits für einen zu nutzenden Detektor, so kann die Strahlung des zugehörigen Kanals auch zwischen Objektiv und Bildebene ausgespiegelt und unmittelbar auf den Detektor gelenkt werden.

[0014] Die Figur zeigt vereinfacht ein mögliches Ausführungsbeispiel. Hierbei kann der Detektor 1 ein Sensor für den visuellen Bereich sein, bei dem auch auf eine zusätzliche Relay-Optik verzichtet werden kann, so dass der entsprechende Strahlteiler Spiegel 6 vor der Bildebene des Schiefspiegler-Objektivs 9 positioniert sein kann.

[0015] Der Detektor 2 kann ein Laser-Empfänger sein, der im nahen IR empfindlich ist. Bei einem Empfänger für einen Laserentfernungsmesser kann mit Hilfe der vorgeschalteten Relay-Optik bei gegebener Detektorgröße die gewünschte Winkelauflösung eingestellt werden, mit der die am Ziel reflektierte Laserstrahlung detektiert wird. Soll hingegen die am Ziel reflektierte Strahlung eines Laserzielbeleuchters empfangen werden, so kann die vorgeschaltete Relay-Optik vorteilhaft als Zoomoptik ausgeführt sein um zunächst einen möglichst großen Auffassungsbereich zu erreichen, während nach erfolgter Auffassung die Positionsauflösung am Detektor durch vergrößernde Abbildung der Bildebene des Schiefspieglers auf den Detektor optimiert wird.

[0016] Der Detektor 3 kann schließlich als ungekühlter Mikrobolometer-Detektor ausgeführt sein. Die Bildebene des Schiefspiegler-Objektivs wird von der vorgeschalteten Relay-Optik verkleinert auf die Detektorebene abgebildet, wodurch sich die F-Zahl am Detektor wie gewünscht verringert.

[0017] Alle in unterschiedlichen Spektralbereichen erfassten Kanäle können mit einfachen Mitteln so aufgebaut sein, dass die erfassten Bilder zueinander achsharmonisiert sind, da die Anordnung von Strahlteiler Spiegel und Relay-Optiken räumlich sehr kompakt ist.

[0018] Schiefspiegler-Objektive sollen neben ausrei-

chend großen Sehfeldern auch F-Zahlen von etwa 8 besitzen, um unter Berücksichtigung einer möglichen verkleinernden Abbildung durch eine Relay-Optik die gesamte Fläche des eingesetzten Focal-Plane-Array Detektors mit guter Abbildungsqualität auszuleuchten.

[0019] Das Schiefspiegler-Objektiv besteht aus zwei zueinander gekippt angeordneten Spiegeln 10 und 11. Die Nutzung der Spiegel erfolgt bis zu fünf Mal, wobei eine kompakte Bauform dadurch erzielt wird, dass das Licht bei der fünften Reflexion in Richtung des einfallenden Lichts reflektiert wird. Die Bildebene des Schiefspiegler-Objektivs steht senkrecht zur optischen Achse des Strahlengangs 8. Der Strahlenverlauf an der Bildebene ist telezentrisch.

[0020] Die Figur 2 zeigt eine spezielle Bauform, bei der der visuelle Kanal nicht mit einem Detektor abgetastet wird, sondern dem Benutzer B nach Art eines Fernglases über ein Okular 13 zur direkten Betrachtung des von der entfernt liegenden Szene S ankommenden Bilds angeboten wird, wobei die der direkten Betrachtung nicht zugängliche Strahlung eines anderen Kanals von einem Detektor 3a erfasst und das mittels einer Elektronik E auf einem Display D wiedergegeben wird. Dieses Bild wird dann über einen Strahlteiler 6 in das Okular 13 eingeblendet.

[0021] Die Optiken sind dabei so ausgelegt, dass das Displaybild großengleich zum direkten Bild erscheint. Somit erhält man ein kleines und leichtes Beobachtungsgerät, das wie ein einäugiges Fernglas handhabbar ist und zusätzlich die Informationen eines Wärmebildgeräts liefert. Der in der Figur 2 dargestellte Aufbau ist natürlich um zusätzliche Empfangskanäle erweiterbar.

[0022] Die Figur 3 zeigt den grundsätzlichen Aufbau eines Visiers wie in Figur 1 dargestellt, jedoch wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit auf die Darstellung des Schiefspiegler-Objektivs 9 verzichtet. Neu ist hingegen die Ausführungsform des Richtmarkenprojektors 4a und 4b, bei dem von der Lichtquelle 4a beispielsweise eine Fadenkreuzmaske 4b beleuchtet wird. Das erzeugte Fadenkreuz wird dann mittels eines weiteren Schiefspiegler-Objektivs 5, das als Projektionsobjektiv dient, mit Hilfe eines Combiners 7 in den Strahlengang 8 des Visiers eingespiegelt. Das Fadenkreuz erscheint damit geometrisch passgenau auf der Abbildung der Szene S auf dem für den Betrachter sichtbaren Fernrohrbild A.

Patentansprüche

1. Optische Einrichtung für ein Visier, welches mehrere optische Geräte wie beispielsweise optische Sensoren (1, 2, 3) und einen Richtmarkenprojektor (4) mit einem eigenen Objektiv (5) umfasst, wobei deren optische Achsen mittels Strahlteilern (6) und / oder Combinern (7) in einen gemeinsamen Strahlengang (8) zum Objektiv (9) des Visiers eingespiegelt werden oder wobei die optische Achse mit dem Strahlengang zusammenfällt, **dadurch gekennzeichnet**,

- dass** das Objektiv (9) als Schiefspiegler mit homogen flächigen und zueinander gekippten Spiegeln (10, 11) und mit Z-förmigem Strahlengang ausgeführt ist, dessen Eingangs- und Ausgangs-Strahlengänge (8, 12) etwa parallel zueinander angeordnet sind. 5
2. Optische Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** anstelle eines Sensors ein Okular (13) für einen Nutzer angeordnet ist. 10
3. Optische Einrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Strahlengang des Okulars (13) das Ausgangssignal (14) eines Sensors (3a) eingespiegelt wird. 15
4. Optische Einrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ausgangssignal (14) eines Wärmebildsensors (3a) in den Strahlengang des Okulars (13) eingespiegelt wird. 20
5. Optische Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spiegel (10a, 11a) für eine fünffache Reflexion ausgelegt sind. 25
6. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Richtmarkenprojektor (4a, 4b) ein Schiefspiegler-Objektiv (5) aufweist, über das eine beleuchtete Fadenkreuzmaske (4b) mittels eines Combiners (7) in den Strahlengang (8) des Visiers eingespiegelt wird. 30

35

40

45

50

55

FIG 1

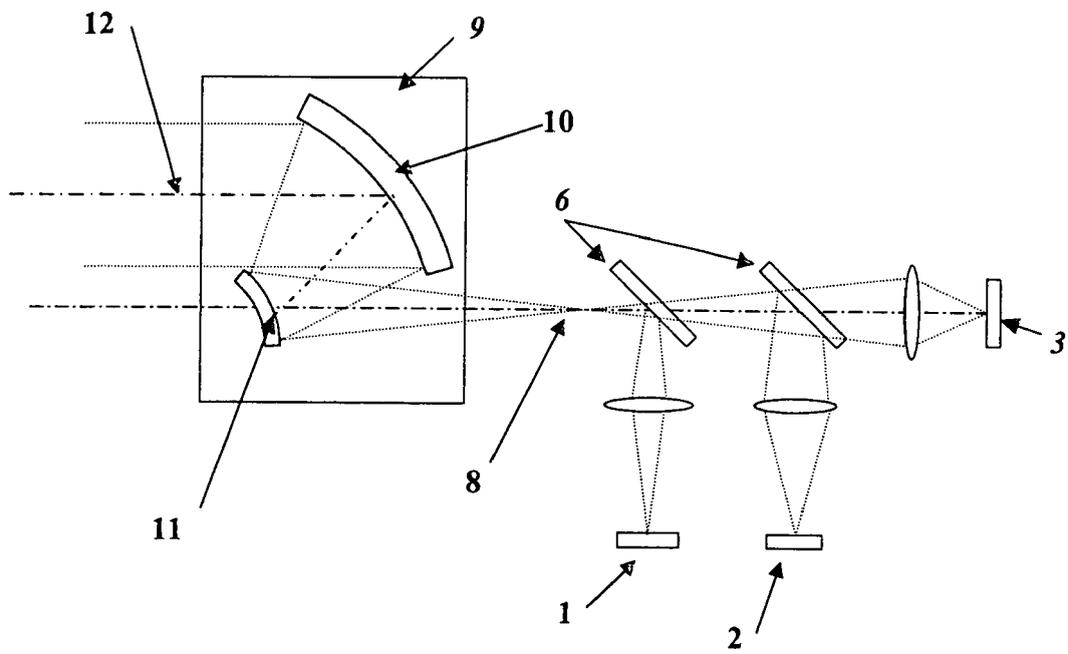


FIG 2

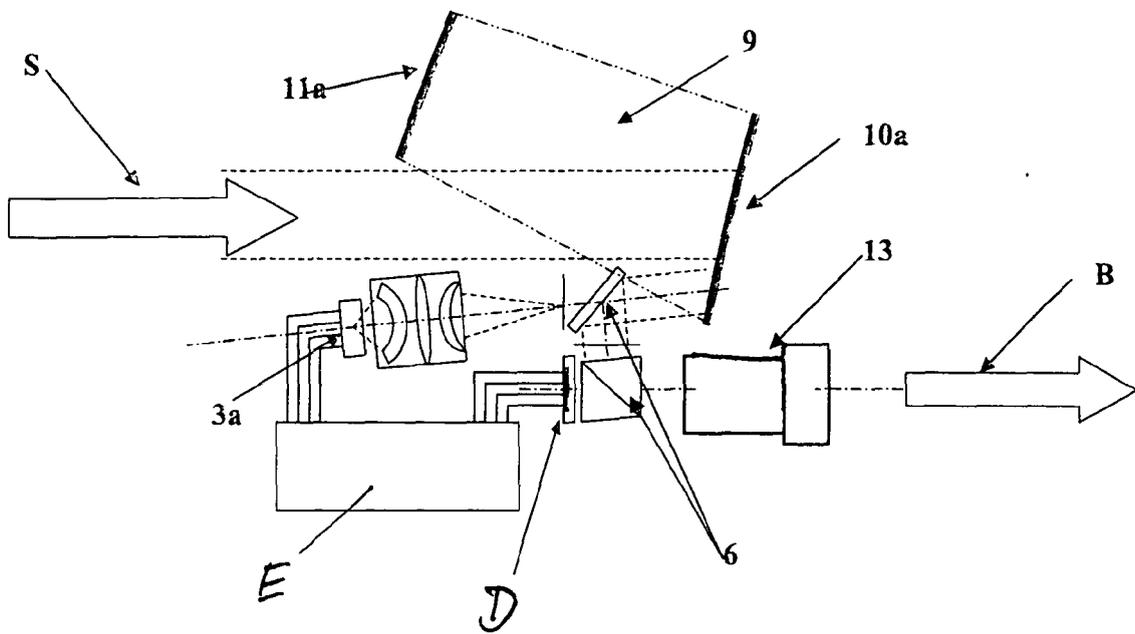
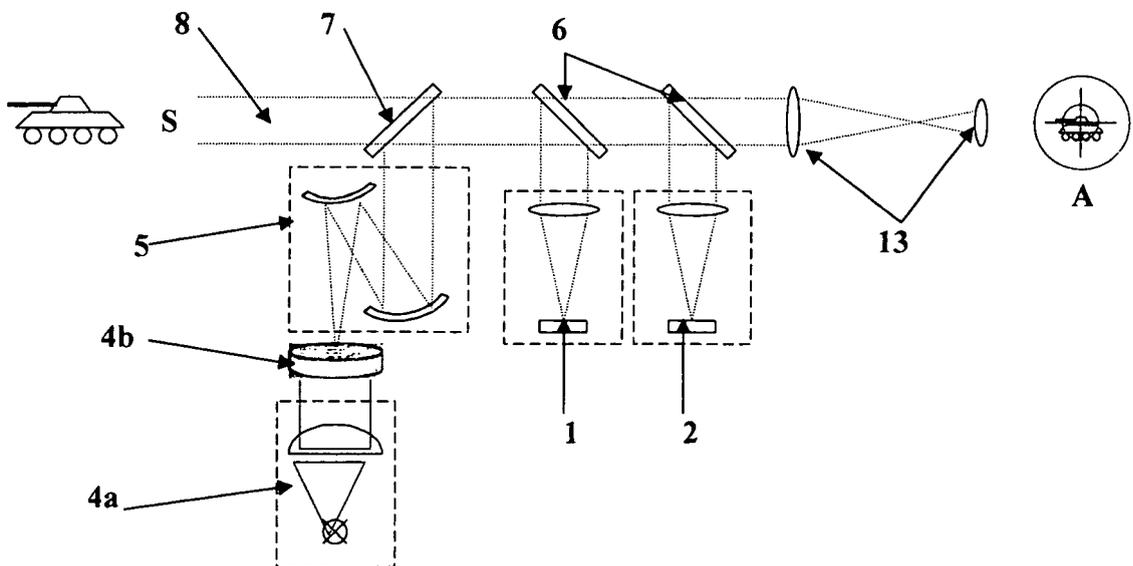


FIG3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 10 01 3805

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y,D	DE 34 28 990 A1 (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM [DE]) 20. Februar 1986 (1986-02-20) * Abbildungen 2, 3 * * Seite 7, Zeile 13 - Zeile 28 * * Seite 3, Zeile 26 - Zeile 28 *	1-6	INV. G02B17/06 F41G7/22
Y	US 6 908 200 B1 (YOSHIKAWA MOTONOBU [JP] ET AL) 21. Juni 2005 (2005-06-21) * Abbildungen 1, 18 * * Spalte 27, Zeile 53 - Spalte 28, Zeile 4 *	1-6	
A	US 3 748 015 A (OFFNER A) 24. Juli 1973 (1973-07-24) * Abbildung 6 *	5	
A	EP 0 422 351 A1 (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM [DE]) 17. April 1991 (1991-04-17) * Abbildung 1 *	1-6	
A	US 6 072 572 A (HATFIELD DEAN [US] ET AL) 6. Juni 2000 (2000-06-06) * Abbildungen 1-3 * * Spalte 1, Zeile 59 - Zeile 62 * * Spalte 2, Zeile 37 - Zeile 38 * * Spalte 3, Zeile 38 - Zeile 46 * * Spalte 4, Zeile 53 - Zeile 57 *	1-6	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC) G02B F41G
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 22. Dezember 2010	Prüfer Serbin, Jesper
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2
EPO FORM 1503 03.92 (F04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 10 01 3805

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-12-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 3428990	A1	20-02-1986	FR	2569016 A1	14-02-1986
			GB	2163868 A	05-03-1986

US 6908200	B1	21-06-2005	AU	2460000 A	29-08-2000
			CN	1346448 A	24-04-2002
			CN	1601319 A	30-03-2005
			CN	1601320 A	30-03-2005
			CN	1601321 A	30-03-2005
			EP	1160610 A1	05-12-2001
			WO	0048033 A1	17-08-2000
			KR	20050059341 A	17-06-2005

US 3748015	A	24-07-1973	CA	970611 A1	08-07-1975
			CH	552222 A	31-07-1974
			DE	2230002 A1	11-01-1973
			FR	2143493 A1	02-02-1973
			GB	1401687 A	30-07-1975
			IL	39693 A	10-02-1975
			IT	956732 B	10-10-1973
			JP	57051083 B	30-10-1982
			JP	1186322 C	20-01-1984
			JP	55017196 A	06-02-1980
			JP	58017932 B	11-04-1983
			JP	1186323 C	20-01-1984
			JP	55017197 A	06-02-1980
			JP	58017933 B	11-04-1983
			KR	790000468 B1	20-05-1979
NL	7208478 A	27-12-1972			
NL	8401001 A	02-07-1984			
NL	8401002 A	02-07-1984			
SE	383423 B	08-03-1976			

EP 0422351	A1	17-04-1991	DE	3930564 A1	21-03-1991

US 6072572	A	06-06-2000	DE	69313594 D1	09-10-1997
			DE	69313594 T2	15-01-1998
			EP	0601870 A1	15-06-1994
			IL	107969 A	15-04-1997
			JP	2815302 B2	27-10-1998
			JP	6300491 A	28-10-1994

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 3428990 A1 [0003]
- US 4085910 A [0004]
- DE 202007010552 U1 [0005]
- DE 3423792 C1 [0006]